

**Revisão**

# Efeito da imagética motora sobre o controle postural

## *Effect of motor imagery on postural control*

Nélio Silva de Souza, Ft.\*; Ana Carolina Gomes Martins, Ft.\*\*; Glória M. M. Vianna da Rosa, Ft., M.Sc.\*\*\*, Wilma Costa Souza, Ft. D.Sc.\*\*\*\*

.....  
\**Mestrando em Ciências da Reabilitação, UNISUAM*, \*\**Mestranda em Atenção Integrada a Saúde da Mulher e da Criança, UFF*, \*\*\**Docente da UGF, UNIFESO e IBMR*, \*\*\*\**Docente da UGF*

### Resumo

*Introdução:* A imagética motora (IM) (visual e cinestésica) pode ser definida como ato de codificar o ensaio mental de uma ação pretendida, sem executá-la. Partes dos mecanismos neurais envolvidos no planejamento de um movimento são também recrutados durante sua simulação mental, podendo levar a diferentes modulações posturais. *Objetivo:* Investigar, por meio de revisão da literatura, o efeito da IM sobre o controle postural. *Material e métodos:* Foram utilizadas 39 referências no total, sendo 5 livros e 34 artigos selecionados nas bases de dados. *Resultados:* Foram selecionados 7 artigos sobre IM e controle postural em indivíduos saudáveis sobre a plataforma de força (critério de inclusão). Os estudos excluídos utilizaram escalas para mensuração do equilíbrio e/ou abordaram condições clínicas. Os demais artigos (27) foram utilizados para a fundamentação teórica e discussão. Evidências têm demonstrado que a IM cinestésica promove aumento da oscilação no sentido ântero-posterior e sua utilização como prática mental promove melhora funcional e diminuição da oscilação neste mesmo sentido. Parece que a área motora suplementar inibe o córtex motor primário durante a IM, prevenindo a execução do movimento (EM). *Conclusão:* Mais estudos são necessários, pois não se compreende como a IM pode ao mesmo tempo inibir a EM e permitir a oscilação corporal.

**Palavras-chave:** imagética motora, equilíbrio postural, treinamento mental.

### Abstract

*Introduction:* Motor imagery (MI) (visual and kinesthetic) can be defined as an act of codifying mental rehearsal of an intended action, without executing it. Parts of the neural mechanisms involved in the planning of a movement are also recruited during his mental simulation, which can lead to different postural modulations. *Objective:* Investigate by means of literature review, the effect of MI on postural control. *Method:* Thirty-nine references were used in total, with 5 books and 34 articles in selected databases. *Results:* We selected 7 articles on MI and postural control in healthy subjects on the force platform (inclusion criteria). Studies excluded, used scales to measure the balance or clinical conditions discussed. Evidences showed that the kinesthetic MI promotes an increase in sway in the anterior-posterior direction and your use as mental practice promotes functional improvement and reduction of the oscillation in the same direction. It seems that the supplementary motor area inhibits the primary motor cortex during MI, preventing of the movement execution (ME). *Conclusion:* More studies are necessary, because is not understood how MI can simultaneously inhibit ME and allow body sway.

**Key-words:** motor imagery, postural balance, mental training.

Recebido em 19 de junho de 2013; aceito em 29 de agosto de 2013.

**Endereço para correspondência:** Nélio Silva de Souza, Rua Papa Pio XII, 170 Jardim Cascata 25964-330 Teresópolis RJ, E-mail: neliosds@bol.com.br

## Introdução

A imagética motora (IM) pode ser definida como ato de codificar o ensaio mental de uma ação pretendida, sem executá-la [1-3]. A imaginação e a sensação de um movimento são fenômenos rigorosamente relacionados e possuem um perfil de controle totalmente voluntário [1]. Esta ação consciente pode gerar mudanças neurofisiológicas não conscientes e influenciar eventos sobre o sistema nervoso autônomo (SNA) [3], levando a mudanças na atividade cardiorrespiratória [4]. Evidentemente, o SNA não pode ser modulado diretamente pelo movimento voluntário, sugerindo que estas mudanças seriam causadas pelos processos mentais que integram parte do programa motor evocado durante a IM [3].

Por definição, postura é a posição relativa de várias partes do corpo em relação umas as outras e em relação ao ambiente, envolvendo o campo gravitacional [5]. O sistema postural deve satisfazer três requisitos principais: 1) manter uma postura estável na presença da gravidade; 2) gerar respostas que antecipam movimentos voluntários e 3) deve adaptar-se as mudanças [6]. O sistema de controle postural depende basicamente de três componentes funcionais: 1) biomecânico, que envolve a estabilidade articular e o comprimento muscular, bem como a amplitude de movimento de cada segmento, principalmente do tornozelo e quadril; 2) a coordenação motora, que envolve as estratégias de resposta às oscilações corporais ântero-posterior (estratégia do tornozelo) e perturbações externas (estratégia do quadril) [6-7] e 3) o sistema sensorial (visual, vestibular e proprioceptivo), que é responsável pelo controle do equilíbrio postural [8-9].

O movimento voluntário é acompanhado e precedido por fenômenos posturais antecipatórios (*feedforward*) [6-7,10], pois o controle postural está inserido no contexto do movimento [11-14]. Além disso, o sistema motor está envolvido não somente com a produção do movimento, mas também com os seus aspectos representacionais, tais como o reconhecimento e o aprendizado de ações através da observação ou simulação mental [15]. Parte dos mecanismos neurais envolvidos no planejamento de um movimento é também recrutada durante os estados de simulação mental, denominados “estados-S”. Estes correspondem às situações em que o sistema motor antecipa a ação, manipulando as redes neurais que codificam a ação pretendida, mas sem realizá-la [3,16].

Neste contexto, o movimento voluntário estaria relacionado com o controle postural e, dessa forma, poderia ser esperado que a simulação de um movimento durante uma tarefa de IM pudesse evocar parte deste circuito e promover um ajuste postural. As investigações envolvendo a IM e o controle postural são muito recentes e tem sido especulado que a IM bloqueia (ou suprime) a execução de movimento (EM) no córtex motor primário (M1), mas ainda não se compreende bem este mecanismo. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar, por meio de revisão da literatura, o efeito da IM sobre o controle postural.

## Material e métodos

Esta revisão da literatura utilizou 5 livros das áreas de Posturologia Clínica (2 livros) [10,23] e Neurociências (3 livros) [3,24,30], tanto pátrio como não pátrio (Inglês), dos períodos de 2000 a 2010. Os livros referenciados são clássicos e de fundamental importância para esta explanação. Especificamente para o tema (imagética motora e controle postural) foram selecionados artigos indexados nas bases de dados Pubmed/Medline, Scholar Google, PEDro e SciELO, utilizando as palavras-chave “imagética motora”, “equilíbrio postural” e “treinamento mental” combinadas ou não, tanto em Português quanto em Inglês, compreendendo o período de busca de 1985 a 2013. A palavra-chave “imagética motora” ainda não se encontra nos descritores da capes, porém sua similar é bem conhecida nos textos internacionais e por isso foi utilizada. Para a fundamentação teórica e discussão do tema foram utilizados diferentes artigos, compreendendo o mesmo período de busca, devido à escassez de material bibliográfico com tal abordagem. Assim, foram utilizadas 9 referências correspondentes aos últimos cinco anos e as demais (24 referências) com mais de cinco anos de publicação.

## Resultados

### Busca nas bases de dados

Nos resultados da busca referente ao tema, 22 estudos foram encontrados e selecionados 7 sobre IM e controle postural em indivíduos saudáveis. A tabela I resume o resultado das buscas desses artigos nas diferentes bases de dados. Foram incluídos no estudo, artigos que avaliaram indivíduos sem lesões neurológicas e/ou ortopédicas que comprometessem o equilíbrio, utilizando uma plataforma de força (estabilometria) para a análise do controle postural. Os critérios para exclusão foram os estudos que utilizaram somente escalas para a mensuração do equilíbrio e/ou avaliaram indivíduos em condições clínicas, como o Acidente Vascular Encefálico (AVE) e/ou Parkinson (15 referências), pois o objetivo é entender como as modalidades da IM (visual e cinestésica) modulam o controle postural em indivíduos saudáveis.

**Tabela I** - Resultados das buscas nas diferentes bases de dados.

Bases de dados	Encontrados	Selecionados	Estudo
Pubmed / Medline	11	3	Imbiriba et al, 2006
			Rodrigues et al, 2010
			Grangeon, Guillot & Collet, 2011
PEDro	8	2	Hamel & Lajoie, 2005 Fansler, Poff & Shepard, 1985
SciELO	1	1	Rodrigues et al, 2003
Scholar Google	2	1	Choi et al, 2010

## Imagética motora (IM)

Os primeiros estudos em IM utilizaram os métodos clássicos de introspecção e cronometria mental, revelando que a IM retém algumas propriedades em termos de regulação e programação biomecânica, que são observadas durante a EM [2]. Estas constatações levaram alguns neurofisiologistas, a propor que existe uma similaridade nos estados mentais durante a execução e imaginação de uma mesma tarefa [2,17-18]. Com o avanço das técnicas de neuroimagem, esta proposta foi confirmada, tornando visível grande parte do circuito neural empregado durante os processos de simulação mental [3,19-20]. Atualmente, evidências têm demonstrado que o tempo que um indivíduo leva para imaginar uma tarefa é o mesmo que ele levaria para executá-la [3]. Existem duas estratégias de IM: 1) cinestésica ou somestésica (primeira pessoa), onde o indivíduo deve “se sentir” realizando o movimento e 2) visual (terceira pessoa), onde o indivíduo deve “visualizar” o movimento sendo realizado por outra pessoa. A primeira simulação ocorre a partir de informações sensorio-motoras e a segunda é baseada na percepção visual do movimento imaginado [17].

### Controle postural automatizado (reflexos de *feedback* e *feedforward*)

Os sistemas relacionados com o controle do equilíbrio postural são: visual; vestibular e proprioceptivo [8-10]. As informações vestibulares na condição estática parecem estar sob a dependência da informação visual, pois os núcleos vestibulares não são apenas reservados ao ouvido interno, mas são verdadeiros centros de integração do sistema tônico postural [10]. Isto foi demonstrado por estudos realizados tanto em animais [21] quanto em humanos [8]. Nesse contexto, os estímulos sensoriais prioritários no ajuste do controle postural estático parecem ser basicamente visual e podal, sendo o vestibulo considerado um identificador de deslocamentos rápidos (aceleração e desaceleração – angular e linear) [10,22].

O controle do equilíbrio é gerenciado pelo sistema tônico postural, que pode ser comparado a um “tripé”, em que as hastes são: 1) os captosres; 2) o centro de processamento central e 3) os efetores. Os captosres são os receptores sensitivos localizados nos órgãos sensoriais (principalmente, os olhos e os pés), que associam endo e exterocepção. O centro de processamento central é composto por diversas áreas cerebrais (medula espinhal, formação reticular, colículos, núcleos da base, cerebelo, tálamo, corpo caloso, comissuras, diencéfalo e córtex sensorial e motor), que regulam a tonicidade das fibras tipo I (estabilizadoras) dos músculos antigravitacionais, que são os efetores deste sistema [10,22-25]. As diferentes informações sensoriais vindas dos captosres serão integradas no centro de processamento central e devolvidas aos efetores musculares de modo automatizado, por meio dos arcos reflexos de *feedback* e *feedforward*, essenciais para a manutenção

do controle do equilíbrio postural [10,22,24].

### Córtex cerebral na imagética motora e no controle postural

Tradicionalmente, afirmava-se que somente os núcleos da base, cerebelo e medula espinhal participavam na regulação do equilíbrio tônico postural [10] e historicamente, acreditava-se que este controle fosse uma tarefa sensorio-motora altamente automatizada [27]. Entretanto, foi observado que tanto animais quanto humanos que sofreram lesões corticais com preservação do cerebelo e tronco cerebral, apresentavam um controle postural anormal [28], sustentando a hipótese de que o córtex cerebral poderia interferir no ajuste do equilíbrio postural em respostas voluntárias [28-29].

O sistema nervoso central (SNC) precisa organizar as informações disponíveis vindas dos receptores sensoriais (visual, vestibular e proprioceptivo), antes de determinar a posição e movimentação do corpo no espaço em relação à gravidade e ao ambiente, considerando os aspectos cognitivos (hipocampo e giro parahipocampal), que são a base para os aspectos adaptativos (*feedback*) e antecipatórios (*feedforward*) do controle postural durante a EM [30]. Entretanto, estes reflexos posturais não conseguem explicar completamente o controle postural durante movimentos voluntários e de habilidade [12,24], pois este controle adaptativo envolve modificações do sistema sensorial e motor em resposta a mudança da tarefa e às exigências posturais baseadas em experiência e aprendizagem prévia [14,30], sendo necessário um sistema para gerar estas respostas antecipatórias reflexas [24].

A ativação do sistema motor durante a tarefa de IM não é totalmente idêntica à EM, embora exista uma sobreposição em zonas específicas (cortical e cerebelar); sendo “mais fraca” e “grosseira” no córtex durante a tarefa de IM quando comparado a EM. Estudos de neuroimagem têm demonstrado que a IM ativa o lóbulo parietal superior e inferior, córtex motor primário (M1), área motora suplementar (AMS), pré-cuneo, putamem e cerebelo. O sulco intraparietal e as estruturas motoras associadas são mais ativas durante a IM cinestésica, enquanto a parte mais posterior do lóbulo intraparietal, pré-cuneo e occipital estão mais envolvidas com a IM visual [3,20]. Diversas evidências sugerem que as duas estratégias básicas de IM (cinestésica e visual), podem apresentar mecanismos distintos de ativação [20, 31]. Assim, têm sido sugerido e evidenciado que estas diferentes estratégias mentais também podem resultar em diferentes respostas no controle do equilíbrio postural [28,32-35], motivando a discussão deste tema.

## Discussão

O objetivo deste estudo foi investigar, por meio de revisão da literatura, o efeito da IM sobre o controle postural. Diversos estudos têm demonstrando a relação entre o movimento

voluntário e o controle postural antecipatório (involuntário). Ao estudar o movimento fisiológico, diferentes pesquisadores observaram que os músculos mais profundos do tronco (transverso do abdômen, multifídeos e flexores profundos cervicais) são ativados cerca de 50 milissegundos (ms) antes do agonista do movimento, seja do membro inferior [11-12] ou membro superior [13]. As evidências afirmam que existe uma ordem de recrutamento motor, em que os músculos mais profundos do tronco (antigravitacionais e estabilizadores) trabalham em antecipação (*feedforward*) ao movimento dos membros, em resposta as cargas impostas por eles, a fim de manter o ajuste postural e a estabilidade do tronco durante a EM [11-14]. Neste contexto, poderia ser esperado que a estratégia de IM de um movimento fisiológico reproduzisse o mesmo efeito sobre o controle do equilíbrio postural.

Estudos sugerem que a IM cinestésica possui uma rede sensorio-motora específica que facilita a modulação corticoespinhal com mais alcance que a IM visual. Existem especulações de que a IM visual ocorre por uma via distinta, que poderia estar relacionada à rede de neurônios espelho (parieto-frontal), que quando ativada pela observação de uma ação, permite que o significado da ação seja compreendido automaticamente, já que o indivíduo transforma a imagem armazenada em sua memória para mentalizar a observação da ação (terceira pessoa) [3]. Assim, tanto a estratégia de IM visual quanto a IM cinestésica possuem uma construção mental distinta [20,31] e, portanto, poderia ser esperado que suas repercussões sobre o controle do equilíbrio postural se comportassem também de forma distinta.

O estudo de Rodrigues *et al.* [34] analisou o controle postural na plataforma de força em 49 participantes e os dividiu em grupos de acordo com a estratégia de IM utilizada (visual ou cinestésica). Os resultados demonstraram maior modulação postural nos participantes que utilizaram a modalidade cinestésica. Entretanto, o estudo não utilizou eletromiografia (EMG) e por isso, não poderia precisar se ocorreu EM durante as tarefas de IM. Posteriormente Rodrigues *et al.* [33] realizaram outro estudo com um novo modelo experimental utilizando também a EMG durante as tarefas de IM. Os resultados demonstraram um aumento na área e amplitude de deslocamento do centro de pressão (CP) no sentido anteroposterior (AP) na modalidade cinestésica, quando comparado à modalidade visual e a tarefa controle.

Neste contexto, atualmente tem sido evidenciado que a estratégia de IM cinestésica em diferentes tipos de tarefas promove aumento da oscilação no sentido AP [28,33-35] e sua utilização como prática mental promove melhora funcional [32] e diminuição da oscilação no mesmo sentido, devido à redução no tempo de reação do controle postural [36]. O estudo de Imbiriba *et al.* [35] avaliou indivíduos deficientes visuais com diferentes etiologias. O protocolo experimental foi idêntico ao utilizado por Rodrigues *et al.* [34] e os resultados no CP foram similares aos encontrados pelo mesmo grupo em 2003 e 2010 [33-34], sugerindo que as represen-

tações motoras primárias dos sujeitos com deficiência visual dependem da informação cinestésica proprioceptiva [35]. Isto, provavelmente, ocorre devido a um menor bloqueio da eferência motora por ativação de circuitos neurais distintos.

Um recente estudo de revisão destacou 3 possibilidades de inibição do comando motor durante a IM: 1) córtex parietal (inibição motora durante o processo de construção da representação mental); 2) córtex frontal (influências supressivas do córtex em regiões que elaboram o comando motor) e 3) influências inibitórias do cerebelo e medula espinal. Particularmente, quando um programa de movimento não é bem adaptado e requer mudanças em um ou mais parâmetros da direção ou amplitude de movimento, não é necessária uma inibição completa do movimento, mas somente uma adaptação deste programa. Esta flexibilidade no mecanismo de inibição central pode ser resultado da integração entre o giro frontal inferior com os núcleos da base, responsáveis por reprogramar um planejamento motor, que pode ser inibido [15].

Dependendo da orientação do movimento, ocorre uma sequência de ativação neuronal sistemática antes do seu início. Os registros do eletroencefalograma evidenciam que ocorre um aumento negativo do potencial (entre 1 e 2 segundos) antes da EM, refletindo uma preparação para o processamento motor (potencial pré-motor). Este potencial pré-motor negativo ocorre rapidamente (500ms) antes do início do movimento e reflete a despolarização da rede dendrítica, indicando a geração preparatória dos estados subjacentes das camadas sensorio-motoras corticais [3]. Estudos utilizando Ressonância Magnética Funcional sugerem que este processo pré-motor esteja relacionado com a área motora suplementar (AMS) e os núcleos da formação reticular no tronco encefálico [37], provavelmente integrando a via córtico-retículo-espinhal que ativa o motoneurônio alfa dos músculos antigravitacionais (estabilizadores) [10]. A conectividade entre a AMS e o córtex motor primário (M1) é demonstrada por estudos de simulação do movimento, os quais sugerem que a AMS pode inibir (ou suprimir) a atividade de M1 durante a IM, por meio da liberação de ácido-amino-gama-butiírico (GABA) [10,37-38].

Estes achados indicam um importante circuito de *feedback* de M1 com a AMS na preparação e EM, bem como na IM [3,37-38]. Entretanto, ainda não se compreende bem este mecanismo e diversas hipóteses têm sido lançadas [37], sugerindo que a inibição de M1 (piramidal) durante a IM ocorreria ainda nos estágios de planejamento motor [15,38], levando a mudanças no controle postural (extrapiramidal), independente da idade do indivíduo [39].

## Conclusão

De acordo com a literatura analisada, a modalidade de IM cinestésica tem apresentado maior influência sobre o controle postural, quando comparado com a modalidade visual. Ainda não se compreende bem como a IM pode ao mesmo tempo inibir a EM e permitir a oscilação corporal. Por

isso, mais estudos devem ser realizados para aprimorar este conhecimento, que poderá ser importante para a reabilitação neuro-ortopédica.

## Referências

1. Jeannerod M. Mental imagery in the motor context. *Neuropsych* 1995;33(11):1419-32.
2. Decety J, Jeannerod M. Mentally simulated movements in virtual reality: does Fitts's law hold in motor imagery? *Behav Brain Res* 1996;72:127-34.
3. Guillot A & Collet C. The neurophysiological foundations of mental and motor imagery. New York: Oxford University Press 2010. 123p.
4. Decety J, Jeannerod M, Durozard D, & Baverel G. Central activation of autonomic effectors during mental simulation of motor actions in man. *J Physiol* 1993;461:549-63.
5. Winter DA, Eng P. Kinetics: Our window into the goals and strategies of the central nervous system. *Behav Brain Res* 1995;67(2):111-20.
6. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Aging* 2006;35(2):7-11.
7. Massion J. Postural control systems in developmental perspective. *Neurosci Biobehav Rev* 1998;22(4):465-72.
8. Fitzpatrick R, McCloskey DI. Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans. *J Physiol* 1994;478(1):173-86.
9. Redfern MS, Yardley L, Bronstein AM. Visual influences on balance. *J Anxdisord* 2001;15:81-94.
10. Bricot B. *Posturologia Clínica*. 1a ed. São Paulo: Cies Brasil; 2010. 45-72p.
11. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Rev PhysTher* 1997;77(2):132-44.
12. Hodges PW. Changes in motor planning of feedforward postural responses of the trunk muscles in low back pain. *Exp Brain Res* 2001;141:261-66.
13. Falla D, Jull G, Hodges PW. Feedforward activity of the cervical flexor muscles during voluntary arm movements is delayed in chronic neck pain. *Exp Brain Res* 2004;157:43-8.
14. Tsao H, Hodges PW. Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. *Exp Brain Res* 2007;181:537-46.
15. Guillot A, Rienzo FD, MacIntyre T, Moran A, Collet C. Imaging is not doing but involves specific motor commands: a review of experimental data related to motor inhibition. *Front in Hum Neurosci* 2012;6:1-22.
16. Jeannerod M. Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. *Neuroim* 2001;14:103-9.
17. Decety J. The neurophysiological basis of motor imagery. *Behav Brain Res* 1996;77:45-52.
18. Jeannerod M. The representing brain: neural correlates of motor intention and imagery. *Behav Brain Sci* 1994;17:187-202.
19. Kosslyn SM, Ganis G & Thompson WL. Neural foundations of imagery. *Natural Rev Neurosci* 2001;2:639-42.
20. Ruby P, Decety J. Effect of subjective perspective taking during simulation of action: a PET investigation of agency. *Natur Neurosci* 2001;4:546-50.
21. Xerri C, Barthelemy J, Harlay F, Borel L, Lacour M. Neuronal coding of linear motion in the vestibular nucleus of the alert cat. I. Response characteristics to vertical otolith stimulation. *Exp Brain Res* 1987;65:569-81.
22. Souza NS, Martins ACG, Machado DCD, Dias KP, Nader S, Bastos VH. A influência do eixo visuo-podal na regulação do equilíbrio morfoestático em idosos. *Revista Neurociências* 2012;20(2):320-27.
23. Gagey PM, Weber B. *Posturologia: regulação e distúrbios da posição ortostática*. São Paulo: Manole; 2000. 9-12p.
24. Kandel ER, Schwartz JH & Jessell TM. *Princípios da neurociência*. 4º ed. São Paulo: Manole; 2003. 816-31p.
25. Zaehle T, Herrmann C. Neural synchrony and white matter variations in the human brain - between evoked gamma frequency and corpus callosum morphology. *Relat Elselv* 2011;79:49-54.
26. Nashner LM. Adapting reflexes controlling the human posture. *Exper Brain Res* 1976;26:59-72.
27. Jacobs JV, Horak FB. Cortical control of postural responses. *J Neural Transm* 2007;114(10):1339-48.
28. Grangeon M, Guillot A, Collet C. Postural control during visual and kinesthetic motor imagery. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2011;36:47-56.
29. Guillot A, Collet C. Duration of mentally simulated movement: A review. *J Motor Behavior* 2005;37:76-84.
30. Shumway-cook A, Woollacott MH. *Controle motor: teoria e aplicações práticas*. 3a ed. São Paulo: Manole; 2010. 157-186p.
31. Sirigu A, Duhamel JR. Motor and visual imagery as two complementary and neurally dissociable mental processes. *J Cogn Neurosci* 2001;13(7):910-9.
32. Fansler CL, Poff CL, Shepard KF. Effects of mental practice on balance in elderly woman. *Phys Ther* 1985;65:1332-38.
33. Rodrigues EC, Lemos T, Gouvea B, Volchan E, Imbiriba LA, Vargas CD. Kinesthetic motor imagery modulates body sway. *Neurosci* 2010;169:743-50.
34. Rodrigues EC, Imbiriba LA, Leite GR, Magalhães J, Volchan E, Vargas CD. Efeito da estratégia de simulação mental sobre o controle postural. *Rev Bras Psiquiatr* 2003;25:33-5.
35. Imbiriba LA, Rodrigues EC, Magalhaes J, Vargas CD. Motor imagery in blind subjects: the influence of the previous visual experience. *Neurosci Lett* 2006;400:181-85.
36. Hamel MF, Lajoie Y. Mental imagery: effects on static balance and attentional demands of the elderly. *Aging Clin Exp Res* 2005;17:223-28.
37. Kasess CH. The suppressive influence of SMA on M1 in motor imagery revealed by fMRI and dynamic causal modeling. *Neuroimage* 2008;40(2):828-37.
38. Vigneswaran G, Philipp R, Lemon RN, Kraskov A. M1 Corticospinal mirror neurons and their role in movement suppression during action observation. *Report* 2013;23(3):1-6.
39. Gabbard C, Cordova A. Association between imagined and actual functional reach (FR): A comparison of young and older adults. *Arch Gerontol Geriatr* 2013;56:487-91.